Aus der Universitäts-Nervenklinik der Charité, Berlin
(Direktor: Prof. Dr. Max de Crinis).

Über die optischen Nachbilder bei Hirntumoren

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Karl-Egon Hau
aus Köln

Tag der Promotion: 30. April 1940

Rudolph Pfau, Buchdruckerei u. Verlag, Berlin NW. 7, Luisenstr. 21

M 43

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. de Crinis

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhalt.

I. Einleitung
   a) Geschichtliches
   b) Ueber die Farbwahrnehmung
   c) Die wichtigsten psycho-physiologischen Gesetze der optischen Nachbilder.

II. Die Versuchsanordnung
   a) Apparatur
   b) Versuchsverlauf und normale Befunde
   c) Allgemeine Symptomatologie der Nachbildstörungen.

III. Nachbildbefunde bei Hirntumoren.

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse.

V. Erklärungsversuche.

VI. Ueber die diagnostische Bedeutung der Nachbildmethode bei Hirntumoren.

Das Phänomen des optischen Nachbildes war seit langem Gegenstand psychologischer und physiologischer Untersuchungen. Seine Gesetze sind daher experimentell längst genau festgestellt. Wenig geklärt ist bisher die zentrale Vertretung der Nachbildphänomene und die Frage, wie weit an ihrem Zustandekommen zentrale und retinale Faktoren beteiligt sind. Dies mag ein Grund sein, weswegen die farbigen optischen Nachbilder bis 1939 eigentlich überhaupt nicht systematisch bei Nervenkranken untersucht und auf ihre diagnostische Brauchbarkeit geprüft wurden; d. h. es wurde früher nie systematisch festgestellt, ob und wie sie bei bestimmten pathologischen Zuständen des Zentralnervensystems verändert sind, ob sie selbst pathologich sein können.

So werden die optischen Nachbilder in der sonst sehr ausführlichen Monographie von H. Köllner, „Die Störungen des Farbensinnes" (1912) nur andeutungsweise und nebenbei erwähnt. W. Jaensch verwendet die Nachbildmethode in seiner funktionellen Diagnostik zur Unterscheidung seines T- und B-Typus und kommt damit ihrer Pathologie etwas näher, ebenso Guttmann, der sie bei Farbenschwachen und J. Stein, der sie bei Meskalinberauschten untersuchte und beschrieb. Für physiologisch-optische Untersuchungen wurde die Nachbildmethode sehr häufig als Hilfsmittel verwendet, so von E. Hering, W. Wundt u. a. Nur einzelne Autoren haben in verschiedenen Fällen die optischen Nachbilder bei Kranken untersucht: Pötzl und Urban bei einem Fall von cerebraler Hemianopsie, Pötzl und Hoff bei einem Fall von cerebraler Polyopie, von Weizsäcker und natürlich W. Jaensch.

Die erste systematische Untersuchung der optischen Nachbilder bei verschiedenen Nervenkrankheiten an insgesamt 342 Patienten wurde von Vujić und Levi 1939 in einer Monographie niedergelegt, die auch zu meinen Untersuchungen an Hirntumoren Anregung gab.

Zum Verständnis der Nachbildvorgänge ist es notwendig, einiges über die Farbwahrnehmung zu sagen, d. h. über den Weg, der von der Einwirkung physikalischer Kräfte, der sogenannten „Aetherschwingungen", aus, über die physischen Vorgänge im peripheren Sehorgan, bis zu ihrer zentralen Vertretung im Gehirn führt, deren Funktion psychisch als „Farbe" erlebt wird.

Das Sehorgan des Menschen, insbesondere die Zapfen und Stäbchen der Netzhaut werden nur von Lichtschwingungen mit einer Wellenlänge von etwa 750 $\mu\mu$ bis 400 $\mu\mu$ erregt. Nur durch sie entsteht eine farbige Empfindung. Die Zapfen nehmen in der Netzhaut von der Periphere gegen die Mitte hin zu und sind am reichlichsten in der Macula lutea vertreten, im Gegensatz zu den Stäbchen, welche in der Macula lutea überhaupt fehlen und gegen die Peripherie hin an Zahl immer mehr zunehmen. Das schärfste Sehen findet in der Fovea centralis, also innerhalb der Macula lutea statt. Die Stäbchen- und Zapfzellen stehen mit den Ganglienzellen der Retina in Verbindung, welche die Ursprungszellen der Sehnervenfasern darstellen und ihren Achsenzylinderfortsatz durch den Nervus opticus, das Chiasma, Tractus opticus zum Gehirn senden. Die Fasern enden in den primären Opticuszentren (Corpus geniculatum laterale, Pulvinar thalami optici, vorderer Vierhügel), nachdem sie im Chiasma eine halbe Kreuzung durchgemacht haben (Fasern aus den nasalen Netzhauthälften kreuzen sich, die aus den temporalen verlaufen ungekreuzt; Fasern aus der Macula teilen sich am Chiasma und stehen mit beiden Hirnhälften in Verbindung). Von den primären Opticuszentren, die wahrscheinlich keine wesentliche Rolle bei der Farbenperception spielen, verläuft die Gratioletsche Sehstrahlung durch den hinteren Abschnitt der Capsula interna zu dem corticalen psychooptischen Zentrum des Occipitallappens derselben Seite, dessen Rinde, die Area striata, histologisch einem besonderen und kennzeichnenden Zell-, Faser- und Gefäßaufbau hat. Die Lage des eigentlichen corticalen Farbenzentrums ist nicht sicher geklärt, möglicherweise ist es im Sehzentrum besonders lokalisiert (Landois-Rosemann). So führt de Crinis in seiner Monographie über „Die Anatomie der Sehrinde" (S. 13—15) vergleichende cytoarchitektonische Untersuchungen Henschens an Affen an, die es sehr wahrscheinlich machen, daß der Farbsinn in die IV. Schicht der Area-striata-Rinde zu lokalisieren ist. Es wurden in der Lamina granulosa intermedia dieser Schicht bestimmte größere und kleinere „Körnerzellen" gefunden, die Lichtsinn- und Farbsinnzellen darstellen sollen. Ueber die corticale Vertretung der Nachbildphänomene speziell ist wenig bekannt und über den Anteil von retinalen und centralen Faktoren an der Bewirkung dieser Phänomene gehen die Meinungen auseinander.

Von den psycho-physiologischen Farbentheorien, in denen die Retinaprozesse die Hauptrolle spielen, sei die auf Hering zurückgehende Theorie erwähnt, welche die frühere Helmholtzsche Theorie

verdrängt hat. Hering nimmt an, daß das, was uns als Gesichtsempfindung zum Bewußtsein kommt, der psychische Ausdruck für den Stoffwechsel der in Erregung befindlichen „Sehsubstanz" ist. Bei der Rotempfindung wird die „Rot-grün-Substanz" zersetzt und bei der Grünempfindung wieder aufgebaut; entsprechende Vorgänge werden in der „Weiß-schwarz-" und der „Gelb-blau-Substanz" angenommen. Die Entstehung des optischen Nachbildes wird nun so erklärt, daß nach dem Abklingen eines bestimmten Farbprozesses (z. B. der Zersetzung der „Rot-grün-Substanz" als Grundlage der Rotempfindung) in der Ruhe der antagonistische Prozeß und damit die entsprechende antagonistische Farbempfindung auftreten muß (Aufbau der „Rot-grün-Substanz" und Grünempfindung), bis ein Gleichgewichtszustand aufgetreten ist. Auf Einzelheiten der Farbentheorien und ihre modernen Abwandlungen einzugehen, würde hier zu weit führen. Es sei noch erwähnt, daß man die antagonistischen Farben auch komplementäre nennt, da sie als Leuchtfarben gemischt die Weißempfindung hervorrufen, und daß die Farbempfindlichkeit entsprechend ihrer Vertretung in den Zapfen der Netzhaut nur in der Macula lutea vollwertig ist und nach der Peripherie hin immer mehr abnimmt, zuerst für Rot und Grün, dann für Gelb und Blau.

Von anderen Autoren werden die Kontrasteffekte, zu denen ja die optischen Nachbilder gehören, in einen zentraleren Teil des Sehapparates lokalisiert. (Vgl. z. B. die Versuche von S. W. Kravkov und Paulsen-Baschmakowa.)

Ueber die psycho-physiologischen Gesetze der optischen Nachbilder ist nach Wundt, Kirschmann und Juhász hier folgendes zu erwähnen. „Jeder Lichtreiz hinterläßt eine Nachwirkung, die zunächst als ein der ursprünglichen Lichterregung gleicher Empfindungszustand zurückbleibt, um dann in eine Reaktion von im allgemeinen entgegengesetzter Helligkeits- und Farbenbeschaffenheit überzugehen." Dieser allgemeine Satz von Wundt besagt für meine Untersuchungen, die sich nur mit farbigen Lichtreizen beschäftigen, daß nach einem Farbreiz im Auge zunächst dieselbe Farbempfindung bestehen bleibt, um dann in die entgegengesetzte überzugehen. Läßt man eine Versuchsperson eine umschriebene Farbfläche eine gewisse Zeit fixieren und dann auf eine weiße oder graue Vorlage sehen, so entsteht dort oft kurze Zeit ein Nachbild in derselben Farbe, darauf längere Zeit immer ein Nachbild in komplementärer Farbe. Im ersten Fall spricht man von positiven und im zweiten Fall von negativen oder komplementären Nachbildern. Grundsätz-

lich hat zwar jede Farbe und jede ihrer Nuancen eine ganz bestimmte Komplementärfarbe. Praktisch gilt das allerdings nur in einer gewissen Variationsbreite. Nach Wundt (S. 154) sind z. B. komplementär rot und grün-blau, orange und blau, gelb und indigoblau, grün-gelb und violett, grün und purpur. Um ein vollwertiges Nachbild zu bekommen ist es sehr wichtig, daß die Versuchsperson die dargebotene Farbe wirklich scharf fixiert; denn, wie schon erwähnt, besteht nur in der Gegend der Macula lutea vollständige Farbwahrnehmungstüchtigkeit, während sie gegen die Peripherie der Retina hin mehr und mehr bis zu vollständiger Farbblindheit abnimmt (Wundt S. 184, 185). Die dargebotene Farbe muß monochromatisch sein, da sie bei Nachbilduntersuchungen empfindlicher ist und bei Kranken eher Defekte aufweist als zusammengesetzte Farben. Nach Juhász hängt von der Intensität der dargeborenen Farbe auch die Intensität des Nachbildes ab, während die Helligkeit der exponierten Farbe auch nur die Helligkeit des Nachbildes bestimmt. Trotz gleicher Helligkeit und Intensität kann dieselbe Farbe bei zwei verschiedenen gesunden Versuchspersonen verschieden starke Nachbilder hervorrufen, was nach Landois-Rosemann (S. 701) auf eine individuell verschieden starke Gelbfärbung des Netzhautzentrums zurückgeführt wird. Der gelbe Farbstoff absorbiert nämlich kuzwelliges Licht weniger als langwelliges. Für die hier vorgenommenen Untersuchungen können diese geringen Unterschiede aber außer Acht gelassen werden.

Die Farbe muß eine gewisse Zeit fixiert werden und schon nach 5—7 sec Fixation tritt das Nachbild auf. Nach Vujić haben sich 30 sec als optimale Fixationszeit für die Nachbilduntersuchungen an Nervenkranken erwiesen, da dann auch die Nachbilddauer größer ist. Sie hängt außerdem noch von der dargebotenen Farbfläche ab. Zwischen dem Ende der Farbdarbietung und dem Auftreten des Nachbildes vergeht eine Latenzzeit, die nach steigender Fixationszeit und Vergrößerung der Farbfläche abnimmt. Ueber eine Fixation von 12 sec hinaus vermindert sich die Latenzzeit nicht mehr, und sie ist unabhängig von der Intensität der Farbe (Juhász). Wie schon erwähnt, können die Nachbilder positiv und negativ sein. Positive Nachbilder treten entweder überhaupt nicht oder nur kurze Zeit auf, um dann von negativen abgelöst zu werden (Wundt (S. 200). Bei den hier dargelegten Untersuchungen werden nur die negativen Nachbilder berücksichtigt. Wenn bei den Versuchsbedingungen für negative Nachbilder positive entstehen, so weist das auf eine verstärkte

Disposition für Nachbildphänomene hin (bei Jugendlichen und Eidetikern, nach W. Jaensch, S. 17, 18). Ist das Nachbild aufgetreten, so verschwindet es nach einigen Sekunden, um dann wiederzukommen. Dieses Intermittieren, das nicht bei allen Versuchspersonen vorkommt, wiederholt sich zwei- bis dreimal, und seine Häufigkeit hängt von der Intensität des Farbreizes und von der Fixationsdauer ab. Nach W. Jaensch (S. 113, 114) soll das Fehlen von Intermissionen bei kürzerer Nachbilddauer für eine Verstärkung der Nachbilder, also für einen eidetischen T-Typus sprechen. Die Nachbildgröße unterliegt dem Emmertschen Gesetz: die lineare Größe des Nachbildes wächst und nimmt ab, proportional zur Entfernung des Projektionsschirmes (W. Jaensch, S. 173). Sie hängt natürlich außerdem von der Entfernung des Auges von der Vorlage und von der Größe der dargebotenen Farbfläche ab. Ueber die Beziehungen zwischen den Nachbildern und den Anschauungsbildern der Eidetiker berichten W. und R. Jaensch eingehend.

Die hier angewandte Untersuchungsmethode richtet sich ziemlich genau nach den Angaben Vujićs, da sc die Untersuchungsergebnisse besser verglichen werden können, und zwar wurde mit der Durchleuchtungsmethode gearbeitet, die auch W. Jaensch (S. 113) als ganz besonders günstig bezeichnet. Da nach Kirschmann (S. 949) für das negative Nachbild längere Reizung und darauf mäßige Erhellung des Gesichtsfeldes die besten Bedingungen darstellen, wurde im nicht ganz verdunkelten Zimmer experimentiert. Es war auch nur so möglich, die Nachbildgröße zu messen.

Der Durchleuchtungsapparat besteht aus einer 75 Kerzen starken elektrischen Mattglasbirne, die in einem schwarzen Kasten so eingeschraubt ist, daß das Licht nur nach vorne durch eine kreisförmige Oeffnung von 21 cm Durchmesser an die Versuchsperson gelangt. Dieser Leuchtkreis ist mit durchscheinendem weißen Papier bespannt, auf dem das Zentrum mit einem Punkt bezeichnet ist. Die farbigen Glasplatten werden nun 6 cm von der elektrischen Birne entfernt, in einen am Lichtkasten angebrachten Rahmen gestellt, so daß das Licht, erst von dem mattweißen Papier homogenisiert, durch das Farbglas fällt und die Versuchsperson eine farbig leuchtende Kreisscheibe vor sich sieht. Die Versuchsperson ist 35 cm von dieser Scheibe entfernt und 2,20 m von einem mattweißen Hintergrund, auf dem ein Coordinatensystem gezeichnet ist, dessen Kreuzungspunkt und dessen Schenkel in Abständen von 5 cm markiert sind. Die uns

zur Verfügung stehenden Farbgläser bestehen aus deutschem Signalglas in den Farben weinrot, hellgrün, goldgeld und hellblau.

Die Versuchsperson wird aufgefordert, den Mittelpunkt des Farbkreises zu fixieren und nach Verlöschen der Lampe (nach 30 sec wird ausgeknipst) auf den Mittelpunkt des Hintergrundes zu blicken und ihre Beobachtungen mitzuteilen. Dabei wird mit der Stoppuhr Fixations- und Latenzzeit sowie die Nachbilddauer gemessen. Die Größe des Nachbildes wird vom Versuchsleiter festgestellt, indem er mit dem Finger auf die Punkte des Coordinatensystems, von der Peripherie herkommend, deutet und nach den Angaben der Versuchsperson seinen Umfang bestimmt. Während der Fixation, die binocular (beide Augen geöffnet), monocular (ein Auge verdeckt) und hemiopisch (eine Hälfte des Lichtkreises mit einem schwarzen, undurchsichtigen Papier bedeckt) durchgeführt werden kann, steht der Versuchsleiter seitlich hinter der Lampe, um die zentrale Fixation der Versuchsperson zu kontrollieren.

Bei Versuchen mit gesunden Personen fand ich ebenso wie V u j i ć nie pathologische Nachbilder. Die Latenzzeit betrug durchschnittlich 4—15 und die Nachbilddauer 8—60 sec. Von Gesunden wurden hier folgende Nachbildfarben gesehen:

auf rot = grün, grünblau, dunkelgrün,
auf grün — violett, rot, rötlich-lila,
auf gelb = schwarzblau, grünblau,
auf blau — orange, gelb, graugelb.

Die Nachbildgröße betrug meistens 30—45 cm im Radius und es wurde meistens eine 1 cm breite, hellere Randzone um das Nachbild herum gesehen.

Von etwaigen Refraktionsanomalien bei den Versuchspersonen konnte abgesehen werden, da nach K ö l l n e r eine Herabsetzung der zentralen Sehschärfe bis auf 1/20 der normalen noch eine Prüfung des Farbsinnes ermöglicht. Da die Nachbildphänomene sehr stark suggestiven Einflüssen unterliegen, wie u. a. E. S c h r o f f nachwies, wurde während des Versuchs vom Versuchsleiter möglichst wenig gesprochen.

In der Bennnung der allgemeinen Symptomatologie der Nachbildstörungen folge ich aus Gründen des besseren Vergleichs der Untersuchungsergebnisse ganz den Angaben V u j i ć s.

1. Die negativen Nachbilder können fehlen,
   a) komplett, d. h. für alle Farben auf beiden Augen einzeln und gemeinsam,
   b) monocular komplett, d. h. für alle Farben auf nur einem Auge,
   c) partiell, d. h. für nicht alle Farben, auch wieder monocular und binocular,
   d) hemiopisch, d. h. in einer Gesichtsfeldhälfte und zwar binocular oder monocular,
   e) als Randnachbild, d. h. es wird nur ein schmaler Kreis des Nachbildes gesehen, während das Zentrum farblos ist,
   f) binocular bei erhaltenem Nachbild auf einem Auge.
2. Das Nachbild kann abweichend verlaufen, es verschwindet z. B. erst nur teilweise, dann ganz und zwar hemiopisch, quadrantenartig oder skotomartig.
3. Das Nachbild kann unkomplementäre Farben enthalten und zwar gänzlich oder teilweise.
4. Es können pareidolische Nachbilder auftreten (Figuren, Ornamente u. ä.).
5. Latenzzeit kann verlängert sein (über 15 sec).
6. und 7. Die Nachbilder können abgeschwächt und verstärkt sein und zwar a) in der Intensität, b) in der Dauer, c) in der Größe.
8. Das Nachbild kann Scheinbewegungen vollführen.
9. Die Form des Nachbildes kann sich umwandeln.
10. Die Komplementarfarbe kann über die Grenzen des Nachbildes hinaus irradiieren.
11. Das Nachbild kann zwei- oder mehrfarbig sein (successiv oder hemiopisch).

Die nun folgenden Untersuchungen fanden statt, um festzustellen, ob bei Hirntumoren, gleich welcher Lokalisation und Dauer ihres Bestehens ,irgendwelche pathologischen Nachbildbefunde, wie sie von V u j i ć beschrieben wurden, nachweisbar sind, ob sie evtl. etwas typisch Gemeinsames erkennen lassen und wie sie sich zum Augenhintergrundsbefund verhalten. Es wurde zu diesem Zweck vorerst der Querschnitt des Klinikmaterials an Hirntumoren in einem bestimmten Zeitabschnitt untersucht und unter den Versuchspersonen nur insofern eine Auswahl getroffen, als Fälle mit Farbwahrnehmungsanomalien (mit Stillings pseudo-isochromatischen Tafeln geprüft) und solche mit psychischen Veränderungen, die eine beson-

nene Erkennung und Beurteilung von Farbphänomenen beeinträchtigen könnten, ausgeschlossen wurden.

Als Beispiel eines Versuchsprotokolls, das, bei allen Fällen zu bringen zu weit führen würde, seien im Folgenden die Nachbildbefunde einer gesunden Versuchsperson in allen Einzelheiten angeführt, wobei jeweils die erste Zahl die Latenzzeit und die zweite Zahl die Nachbilddauer in Sekunden bedeutet:

rot: binocular — 10″ grünblauer Kreis 30″
monocular: re. — 5″ grünblauer Kreis 30″
li. — 5″ grünblauer Kreis 30″
grün: binocular — 10″ violett-roter Kreis 30″
monocular: re. — 10″ violett-roter Kreis 30″
li. — 5″ violett-roter Kreis 30″
gelb: binocular — 10″ schwarz-blauer Kreis 30″
monocular: re. — 5″ schwarz-blauer Kreis 30″
li. — 5″ schwarz-blauer Kreis 30″
blau: binocular — 10″ orange-farbiger Kreis 30″
monocular: re. — 2″ orange-farbiger Kreis 30″
li. — 2″ orange-farbiger Kreis 30″
hemiopisch: keine Nachbildunterschiede der einzelnen Gesichtsfeldhälften.

1. Bei einem *Tumor des linken Stirnhirns,* der seit 2 Monaten Beschwerden machte, bestand zur Zeit der Nachbilduntersuchung folgender Augenhintergrundsbefund: re.: Stauungspapille von 3½ bis 4 dptr. mit vereinzelten strichförmigen Blutungen, li.: Stauungspapille von 2½ dptr. mit einzelnen streifen- und flächenförmigen Blutungen.

Die Nachbilduntersuchungen ergaben (es werden immer nur die pathologischen Befunde angeführt) auf rot re. einen hell-grünen Kreis aus senkrechten Farbstreifen, auf grün binocular kein Nachbild, während li. ein positives und re. ein matt-rötliches, also negatives, in Form eines großen Quadrats bestand; auf gelb verlängerte Latenzzeit (30 sec) und re. ebenfalls quadratförmig; auf blau waren keine Nachbilder auslösbar.

2. Eine Patientin mit einem *Tumor des linken Stirnhirns,* der seit etwa einem halben Jahr Beschwerden machte, hatte keinen wesentlich krankhaften Augenhintergrundsbefund. An ihren Nachbildern war auffällig: auf rot re. ein grüner, allmählich schrumpfender Kreis von 145″ Dauer; auf grün wurden nur positive Nachbilder gesehen und ebenfalls binocular auf blau, während monocular der blaue Kreis nach 15″ gelb wurde. Wie auch bei dem 1. Fall waren hier keine hemiopischen Nachbildunterschiede feststellbar.

3. Ein *Tumor des rechten Stirnhirns,* der seit 2 Monaten Symptome bot, hatte zur Zeit der Prüfung auf Nachbilder re. eine Stauungspapille von 2 und li. eine St. P. von 1½ dptr. Auf gelb wurde monocular re. violett nur in dem linken oberen Quadranten des Coordinatensystems gesehen, während li. ein violetter Kreis mit grünlichen Flecken beschrieben wurde.

4. Ein seit 2 Monaten Beschwerden machendes *multiformes Glioblastom des rechten und linken Stirnhirns,* das anfangs rechts eine St. P. von 1,5 und links eine St. P. von 1 dptr. bot, zeigte zur Zeit der Nachbilduntersuchung am Augenhintergrund keine Zeichen der Stauung mehr. Es bestand ein komplettes Fehlen der Nachbilder auf alle Farben.

5. Ein *Tumor der linken Stirn- und Parietalregion* (Symptome seit 10 Monaten), der am Augenhintergrund keine krankhaften Veränderungen erkennen ließ, hatte keine Nachbilder auf rot, verstärkte Nachbilder auf grün, binocular und monocular rechts (100″), und fehlende Nachbilder auf gelb und blau.

6. Ein *Tumor der linken Patietalregion* ohne pathologischen Augenhintergrundsbefund (Symptome seit 3 Monaten) hatte bei allen Farben nur kurze (5″) positive, also keine negativen Nachbilder; auf dem linken Auge fehlte das Nachbild nach gelb.

7. Bei einem *Tumor der linken Parietalregion* (seit 10 Monaten Symptome) mit einer homonymen Hemianopsie nach rechts und normalem Augenhintergrundsbefund fehlten die Nachbilder in den rechten Gesichtsfeldshälften und auf gelb und grün entstanden nur positive Nachbilder.

8. Ein *Tumor der linken Parietalregion* (Symptome seit 3 Monaten) hatte anfangs rechts eine St. P. von 2 und links eine St. P. von ½ dptr. Zur Zeit der Nachbilduntersuchung war der Augenhintergrund o. B. Auf rot keine Nachbilder auslösbar; auf grün ein schwarzgrauer Schatten, der links nach 15″ zu einem rötlichen Kreis von 40 cm Durchmesser wurde; auf gelb gelbrote Nachbilder, links nur 30 cm Durchmesser; auf blau binocular abgeschwächtes (2 cm Durchmesser) Nachbild, monocular rechts und links kein Nachbild.

9. Ein *parasagittaler Hirntumor* mit Beschwerden seit einem Jahr hatte rechts und links eine unscharf begrenzte, nasal etwas gestaute (1 dptr.) Papille. Auf rot, grün und blau keine Nachbilder; auf gelb binocular kein Nachbild, monocular rechts und links negatives, abgeschwächtes (40 und 30 cm Durchmesser) Nachbild nach verlängerter Latenzzeit (30 und 25″).

10. Ein *Kleinhirnbrückenwinkeltumor* (Beschwerden seit einem halben Jahr), der beiderseits eine leicht gestaute, besonders nasal abgeblaßte Papille hatte, zeigte komplettes Fehlen der Nachbilder.

11. Denselben Nachbildbefund hatte ein *Kleinhirnbrückenwinkeltumor,* der rechts eine St. P. von 3 und links eine St. P. von 1½ dptr. mit einzelnen kleinen Blutungen hatte.

12. Ebenso ein *Kleinhirnbrückenwinkeltumor* mit beiderseitiger Opticusatrophie.

13. Ein *Kleinhirntumor,* der seit einem halben Jahr Symptome zeigte und vor 4 Monaten zur Entlastung trepaniert wurde, hatte zur Zeit der Nachbilduntersuchung einen normalen Augenhintergrundsbefund (früher links St. P. von 2—3 dptr.). Auf rot monocular rechts kein Nachbild, links schwarzes Nachbild; auf grün links schwarzes Nachbild; auf gelb links positives Nachbild von 20 cm Durchmesser; auf blau binocular normales Nachbild, dagegen monocular rechts und links kein Nachbild.

14. Bei einem *Orbitaltumor* mit normalem Fundus (seit einem halben Jahr Beschwerden) wurde auf grün monocular rechts und links zunächst 15″ dunkelblau, dann das normale Nachbild (rötlich-lila) gesehen; auf gelb monocular rechts verlängerte Latenzzeit (30″) und binocular erst positives, dann negatives Nachbild.

15. Ein *intrasellärer Tumor* (Beschwerden seit einem halben Jahr) zeigte links ein stark eingeengtes Gesichtsfeld und Opticusatrophie. Auf rot binocular normales, monocular rechts und links kein Nachbild; auf grün links irradiierendes negatives Nachbild; auf gelb verlängerte Nachbilddauer (80—100″) und links irradiierendes Nachbild; auf blau links irradiierend.

16. Ein anderer *intrasellärer Tumor* ohne grobe Augenhintergrundsveränderungen zeigte komplettes Fehlen der Nachbilder.

17. Ein *Hypophysentumor* (seit ¾ Jahren Symptome) mit beiderseits starker Gesichtsfeldeinschränkung und Opticusatrophie unter besonderer Beteiligung der temporalen Hälfte hatte auf rot keine Nachbilder; auf grün nur handflächengroße, fleckförmige Nachbilder, ebenso auf gelb; auf blau wurde binocular und monocular rechts nur ein gelblicher Schimmer gesehen, links fehlte das Nachbild. Himiopisch: o. B.

18. Ein *basaler Hirntumor* (seit einem Jahr Beschwerden) mit rechts stärkerer und links geringer Gesichtsfeldeinengung und beiderseits atrophischen Papillen (links wahrscheinlich anlagemäßig verändert) zeigte auf rot und grün komplettes Fehlen der Nachbilder; auf gelb binocular und rechts kein Nachbild, links schwarzes, halbkreisförmiges Nachbild mit wagerechtem Durchmesser und nach unten liegendem Kreisbogen; auf blau binocular und monocular rechts kein Nachbild, links wird ein rötlicher Schein gesehen.

19. Bei einem *verkalkten Tumor der Medianlinie* mit Beschwerden seit einem halben Jahr und normalem Augenhintergrund wurde gefunden: auf rot binocular irradiierendes Nachbild, monocular rechts kein Nachbild, links verlängerte Latenzzeit (25″); auf grün rechts kein Nachbild; auf gelb und blau keine Nachbilder.

20. Bei einem *Tumor der rechten mittleren Schädelgrube* mit normalem Augenhintergrund bestand komplettes Fehlen der Nachbilder.

Als wichtigstes Ergebnis meiner Untersuchungen muß die Tatsache gelten, daß bei allen Hirntumoren pathologische Nachbilder nachweisbar waren. In 7 Fällen bestand sogar ein komplettes Fehlen der optischen Nachbilder, in 3 Fällen fehlten die Nachbilder auf 3 Farben, in 4 Fällen auf 2 Farben und in den übrigen Fällen bestanden andere pathologische Befunde wie z. B. Unterschiede zwischen links und rechts, pathologische Formen, Störungen des zeitlichen Ablaufs der Nachbilderzeugung u. ä. Wichtig ist, daß pathologische Nachbildbefunde sowohl bei krankhaft verändertem Augenhintergrund im Sinne einer Stauungspapille als auch bei normalem Augenhintergrund festgestellt werden konnten. Drei dieser letzteren Fälle hatten allerdings einige Wochen vor der Nachbildprüfung eine Stauungspapille. Hemiopische Ausfälle waren nur bei einem Fall, einer homonymen Hemianopsie feststellbar: die Nachbilder fehlten in den entsprechenden Gesichtsfeldhälften.

Sichere Hinweise auf die Lokalisation des Tumors waren aus den Nachbildbefunden bei der geringen Anzahl der Fälle nicht eindeutig zu entnehmen, so daß dieses Problem zunächst offen gelassen werden muß. Auffällig war jedenfalls, daß bei allen drei Kleinhirnbrückenwinkeltumoren die Nachbilder für alle Farben fehlten.

Es konnten somit die Befunde Vujićs bestätigt werden, der bei seinen 13 Hirntumoren ebenfalls in jedem Falle pathologische Nachbilder fand. Auch ein geringes Ueberwiegen von Nachbildstörungen auf rot und grün war nachweisbar.

Die Nachbildstörungen sind der Ausdruck für eine Alteration der Sehbahn und zwar in unseren Fällen infolge eines des Schädelinnenraum beengenden Hirntumors. Es ist wahrscheinlich, daß die pathologischen Nachbildphänomene in diesen Fällen hauptsächlich durch die allgemeine Druckerhöhung hervorgerufen werden, die eine evtl. zentrale durch den Tumor selbst bedingte Farbsinnstörung verdeckt, da sonst häufiger hemiopische Nachbildstörungen auftreten müßten. Bailliart (S. 47) hat an Fällen mit erhöhtem Lumbaldruck und normalem Opticusbefund nachweisen können, daß bei intracranieller Drucksteigerung auch der Druck der Zentralarterie der Retina steigt und zwar schon längere Zeit, bevor es zur Ausbildung einer Stauungspapille kommt. Auch Marchesani (S. 80) weist darauf hin, daß der Spiegelbefund absolut kein sicheres Kriterium für die Alteration der Sehbahn ist, daß auch bei normalem Augenhintergrundsbefund oft schon eine Beeinträchtigung des Sehvermögens bestehen

kann. Das kann z. B. durch eine geringe beginnende Steigerung des Schädelinnendrucks bewirkt sein und äußert sich nach Vujićs und meinen Befunden wahrscheinlich als eine Störung der Nachbildphänomene und ist somit, wie oben dargelegt, verhältnismäßig einfach klinisch-experimentell feststellbar. Nach Vujić ist das Fehlen der Nachbilder ein Vorstadium des Fehlens der Farbwahrnehmung überhaupt, d. h. es macht das früher angenommene Latenzstadium der Farbsinnstörungen manifest. Es braucht allerdings nicht immer aus dem Fehlen der optischen Nachbilder eine vollständige Farbwahrnehmungsuntüchtigkeit zu entstehen, sondern ein organischer Prozeß des Gehirns kann auch bei der Störung der optischen Nachbilder Halt machen.

Nach Bailey müssen diagnostische Maßnahmen bei hirntumorverdächtigen Fällen 3 Fragen klären: 1. das Vorhandensein eines Tumors, 2. seine Lokalisation und 3. den pathologisch-anatomischen Typus des Tumors. Trotz der geringen Anzahl der bis jetzt auf Nachbildstörungen untersuchten Hirntumoren läßt sich über ihre diagnostische und differentialdiagnostische Bedeutung vor allem für den ersten Teil der Tumordiagnose Wichtiges aussagen: Das Fehlen der optischen Nachbilder bei erhaltener Farbenperzeption beweist eine organische Störung des Farbensinnes und läßt schon zu einer Zeit, wo am Augenhintergrund keine krankhaften Veränderungen nachweisbar sind, an eine geringe Schädelinnendruckerhöhung denken. Vujić konnte bei sicheren Fälen von Neurasthenie und Psychoneurosen nie Nachbildstörungen feststellen. Wenn also neurasthenische Beschwerden,w ie sie ja auch ein beginnender Hirntumor hervorrufen kann, geklagt werden, und man findet pathologische Nachbilder, so ist das ein Beweis für das Bestehen eines organischen Prozesses.

Was die Nachbildmethode für den zweiten Teil der Tumordiagnose Baileys bedeuten kann, ob also die Nachbildbefunde immer auch lokalisartorische Hinweise geben können, ist erst aus dem Vergleich der Befunde an einer viel größeren Anzahl von Hirntumoren und aus häufigeren Kontrolluntersuchungen während des ganzen Krankheitsverlaufes zu ersehen. Ausgeschlossen erscheint es allerdings, daß die Nachbildmethode einen Hinweis auf den histologischen Typus des Tumors (dritter Teil der Tumordiagnose) geben kann.

Literatur.

Bailey, P.: Die Hirngeschwülste, 1936.

Bailliart: In Bumke-Foersters Handbuch der Neurologie, Bd. IV.

Crinis, de: Anatomie der Sehrinde, 1938.

Hering, E.: Wissenschaftliche Abhandlungen, Bd. 1 und 2, 1931.

Jaensch, W.: Grundzüge einer Physiologie und Klinik der psychophysischen Persönlichkeit, 1926.

Juhász, A. A.: Zeitschrift f. Sinnesphysiologie, Bd. 51, 1920.

Kirschmann, A.: Psychologische Optik, 1927 (Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. VI, Teil A).

Köllner, H.: Die Störungen des Farbensinnes, 1912.

— Zeitschrift f. Augenheilkunde, Bd. 18, 1907.

Kravkov, S. W. und Paulsen-Baschmakowa: Psychologische Forschung, Bd. 12, 1929.

Landois-Rosemann: Lehrbuch der Physiologie des Menschen, 20. Aufl. 1932.

Marchesani: In Bumke-Foersters Handbuch der Neurologie, Bd. IV.

Pötzl und Urban: Monatsschrift f. Psych. und Neur. Bd. 92, 1935.

Pötzl und Hoff: Jahrb. f. Psych., Bd. 50, 1933.

Schroff, E.: Psychologische Forschung, Bd. 7, 1926.

Stein, J.: In Bumke, Handb. d. Geisteskrankheiten, Bd. 1.

Vujić, V. und Levi, K.: Die Pathologie der optischen Nachbilder, 1939.

Weizsäcker, von: Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkunde, 1931.

Wundt, W.: Physiologische Psychologie, Bd. 2, 6. Aufl. 1910.

Lebenslauf.

Am 19. Januar 1914 wurde ich in Köln als Sohn des Zivilingenieurs Max Hau geboren. 1920—24 besuchte ich die Volksschule in Essen/Ruhr und kam dann auf das damalige Helmholtz-Realgymnasium. 1933 bestand ich dort die Reifeprüfung mit „Gut", um dann in Köln Medizin zu studieren Nach 11 Semestern machte ich in Köln am 6. März 1939 das medizinische Staatsexamen mit „Gut". Am 1. April 1939 kam ich als Medizinal-Praktikant an die Universitäts-Nervenklinik der Charité, Berlin. Die Bestallung als Arzt erhielt ich am 1. September 1939 und bin seitdem Volontär-Assistenzarzt an der Universitäts-Nervenklinik der Charité.

Für die gütige Ueberlassung des Themas sowie des Materials möchte ich mir an dieser Stelle gestatten, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor de Crinis, ergebenst zu danken.